érudit
www.erudit.org

Article

« L'interactivité dans l'apprentissage : la perspective des sciences cognitives »

Robert Brien, Jacqueline Bourdeau et Johanne Rocheleau

Revue des sciences de l'éducation, vol. 25, n° 1, 1999, p. 17-34.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: http://id.erudit.org/iderudit/031991ar

DOI: 10.7202/031991ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. *Érudit* offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

Document téléchargé le 16 novembre 2015 08:02

Revue des sciences de l'éducation, Vol. XXV, n° 1, 1999, p. 17 à 34

L'interactivité dans l'apprentissage: la perspective des sciences cognitives

Robert Brien
Professeur
Université Laval

Jacqueline Bourdeau
Professeure

Johanne Rocheleau
Professeure

Université du Québec à Chicoutimi

Résumé – L'article souligne l'importance de l'interactivité dans l'apprentissage en adoptant la perspective des sciences cognitives. Il traite des divers types de connaissances visées par un système d'apprentissage et définit le concept de compétence. Il adopte le point de vue des neurosciences et de la psychologie cognitive pour expliquer le processus de l'acquisition de nouvelles connaissances et de nouvelles compétences. L'apprentissage est conçu dans le sens de la construction de nouveaux réseaux de neurones à partir de ceux que possède déjà l'apprenant. L'article insiste enfin sur l'importance de l'interactivité lors de l'acquisition de nouvelles connaissances et de nouvelles compétences et souligne la pertinence de l'utilisation des systèmes multimédias interactifs comme support à l'apprentissage.

Introduction

Selon Gordon Davies (*In* Oyston, 1997), commissaire aux études supérieures de l'État de la Virginie, pour qu'une technologie puisse résoudre les problèmes actuels de l'enseignement, elle doit pouvoir répondre de façon satisfaisante aux trois questions suivantes: «1) Est-ce que cette technologie rend le savoir plus disponible? 2) Est-ce qu'elle améliore l'apprentissage? 3) Est-ce qu'elle permet de satisfaire les conditions précédentes au même coût ou à un coût moindre?» (p. 27; notre traduction). En nous appuyant sur les résultats de recherches effectuées dans les sciences cognitives depuis deux ou trois décennies, nous traiterons de la

deuxième de ces questions. Plus précisément, nous tenterons de mettre en lumière la pertinence de l'utilisation de systèmes multimédias interactifs[1] comme soutien à l'apprentissage. Nous examinerons d'abord des objets de l'apprentissage: les connaissances, les attitudes et les compétences, qu'on veut faire acquérir. Nous analyserons ensuite la démarche de l'apprenant lorsqu'il acquiert ces objets en soulignant le rôle clé que joue l'interactivité dans cette démarche, tant dans les situations pédagogiques traditionnelles que dans celles où les systèmes d'apprentissage multimédias interactifs sont utilisés.

Ce qu'on apprend

Lorsque des individus s'engagent dans des activités de formation, c'est pour acquérir des connaissances, des attitudes et des compétences qui leur permettent d'interagir adéquatement avec l'environnement dans lequel ils évoluent. L'étude de tels «objets mentaux»[2] a constitué un sujet d'intérêt dès les premières recherches en sciences cognitives. De fait, les spécialistes de la cognition se sont toujours intéressés à la façon dont les connaissances sont emmagasinées en mémoire humaine, à la façon dont elles sont représentées et à la manière dont elles sont utilisées (Minsky, 1981). Dans les sections qui suivent, nous traitons des éléments constitutifs des compétences humaines et étudions ensuite le processus de leur acquisition par l'être humain. Nous soulignerons enfin l'apport important du multimédia interactif dans l'apprentissage.

Des connaissances diverses

Plusieurs spécialistes de la cognition classifient les connaissances en deux grandes catégories: les connaissances déclaratives et les connaissances procédurales (à ce sujet, voir Benton et Kiewra, 1987; Chi, 1987; Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993). Les connaissances déclaratives permettent à la personne de se représenter des objets et des faits. Elles ont ceci de particulier qu'elles peuvent être portées à la conscience et que, de ce fait, elles peuvent, dans la plupart des cas, être verbalisées. D'où l'expression «connaissances déclaratives» utilisée par Gagné *et al.* (1993) et l'expression «informations verbales» utilisée par Gagné (1985). Les connaissances déclaratives constituent la mémoire dite explicite de la personne. Les connaissances procédurales consistent en des opérateurs qui permettent d'exécuter des actions dans un domaine particulier (additionner des monômes, changer un pneu de voiture, réaliser une vente) et en des stratégies cognitives ou méthodes de travail qui permettent d'agencer de tels opérateurs dans l'accomplissement de tâches (la méthode de résolution de problèmes par analogie avec des problèmes déjà résolus, la méthode du chaînage arrière, etc.). Les connaissances procédurales constituent

la mémoire implicite de la personne; elles ne peuvent, en général, être portées à la conscience.

Le concept de compétence

Tant les connaissances déclaratives que les connaissances procédurales sont utilisées dans l'accomplissement de tâches: le plombier met à profit ses connaissances pour installer une pompe submersible; le mathématicien, pour résoudre des équations et le politicien, pour convaincre des partisans éventuels. Newell et Simon (1972) ont proposé une façon intéressante de formaliser l'accomplissement de tâches du type résolution de problèmes. Pour ces chercheurs, résoudre un problème consiste à rechercher un agencement de sous-tâches ou d'opérateurs permettant d'atteindre, en partant d'un état initial, un état désiré, et ce, en tenant compte des contraintes (voir aussi Richard, 1990). Ces connaissances que l'individu exploite dans l'accomplissement de tâches constituent une base de connaissances. Dans la figure 1, nous avons illustré de façon symbolique la démarche de l'accomplissement d'une tâche et les liens qui existent entre l'accomplissement d'une tâche et la base de connaissances que l'individu utilise pour accomplir cette tâche (voir parties A et B du diagramme de la figure 1).

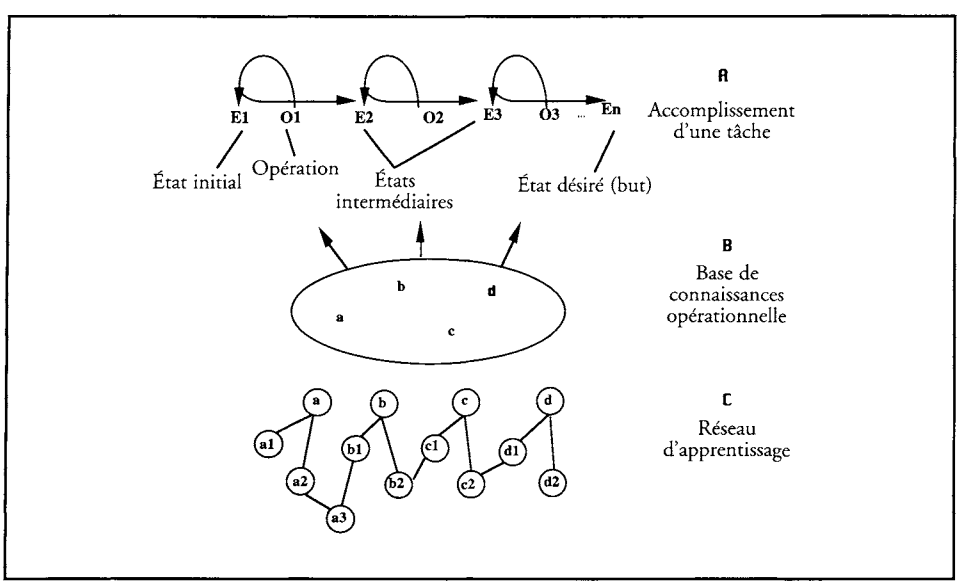

Figure 1 – Représentation de l'accomplissement d'une tâche, d'une base de connaissances et de réseaux d'apprentissage (Tiré de Brien, 1997)

Dans la partie A du diagramme, les E symbolisent des états du monde que la personne se représente, les O signifient des opérations – ou des opérateurs dont elle dispose – et la séquence des O désigne le plan de l'accomplissement de la tâche. Lorsque la personne peut se représenter, lors de l'accomplissement d'une tâche, l'état actuel, les états intermédiaires, l'état désiré (En) de même que les contraintes, et qu'elle peut utiliser un plan qu'elle possède déjà ou qu'elle peut générer pour changer l'état actuel en l'état désiré, nous disons qu'elle possède une compétence.

Le rôle de l'affectivité

Le traitement de l'information, lors de l'accomplissement de tâches, comporte une composante affective indéniable. Les recherches du neuroscientifique Damasio (1995) l'ont amené à postuler l'existence de marqueurs somatiques qui confèrent aux connaissances une composante affective influençant, entre autres, le choix de situations et la sélection de scénarios lors de la résolution de problèmes. De tels marqueurs sont acquis, selon Damasio, tout au cours de la vie de l'individu. Lorsque, dans une situation donnée, l'individu ressent une émotion, agréable ou désagréable, celle-ci est perçue par le système somatosensoriel et un marqueur est associé à la représentation de la situation dans laquelle se trouve l'individu. Par la suite, le fait de se retrouver dans une situation analogue réinstaurera «l'état du corps déplaisant, lequel servira de rappel automatique des conséquences néfastes prévisibles» (p. 233). Ce sont les attitudes de la personne: des dispositions internes qui affectent le choix de situations et d'actions (Gagné, 1985).

Dans ce contexte, nous pouvons définir une compétence comme «un ensemble de connaissances déclaratives, de connaissances procédurales et d'attitudes qui sont activées lors de la planification et de l'exécution d'une tâche donnée» (Brien, 1997, p. 97). La capacité à résoudre des équations quadratiques, celle d'élaborer un projet, celle de négocier un contrat sont des exemples de compétences.

Pour se constituer en compétences, les connaissances déclaratives, les connaissances procédurales et les attitudes que possède la personne sont ajustées et intégrées de façon à les rendre utilisables dans l'accomplissement de tâches caractéristiques d'un domaine donné. Les connaissances déclaratives de la personne doivent donc être modifiées, la plupart du temps légèrement, pour permettre de se représenter des situations problématiques, des situations intermédiaires et des situations désirées qu'elle pourra rencontrer. De la même façon, les règles d'action et les procédures d'un domaine particulier doivent être ajustées par l'apprenant et des stratégies nécessaires ou utiles à la résolution des problèmes auxquels il devra faire face dans le futur doivent être identifiées et adaptées. Dans tous les cas, il doit

y avoir accommodation des connaissances déclaratives, des connaissances procédurales et des attitudes que possède l'apprenant pour rendre celles-ci utilisables dans le contexte des nouvelles tâches à accomplir.

Comment on apprend

La plupart des connaissances que contient la base de connaissances de l'individu ont été acquises ou construites à partir de connaissances qu'il possédait déjà. En évoluant dans un environnement particulier, le mathématicien, l'avocat ou l'ingénieur modifient continuellement leurs connaissances pour s'en donner de plus adéquates. Dans une formation planifiée, ce principe relatif à la construction de connaissances, à partir d'anciennes, prévaut, sauf que, dans ce cas, l'environnement de formation est conçu de façon à réduire le temps d'apprentissage. Ainsi, dans une activité visant à faire acquérir la compétence à résoudre des équations linéaires, on pourrait associer l'équation à l'équilibre d'une balance à fléau et les opérations permises pour résoudre l'équation aux ajouts et retraits permis pour conserver l'équilibre de la balance. C'est en partie pour faciliter ce travail de construction de nouvelles connaissances, à partir d'anciennes, que le concepteur élabore des réseaux d'apprentissage lors de la structuration du contenu d'activités de formation (partie C de la figure 1). Ces réseaux identifient les connaissances déclaratives et les connaissances procédurales nécessaires à l'acquisition de compétences, et suggèrent des préalables qui en facilitent la construction par l'apprenant. Les scénarios d'enseignement que le concepteur conçoit par la suite tiennent compte de ces liens et proposent des activités qui facilitent l'apprentissage.

L'explication des neuroscientifiques et des psychologues de la cognition

Les résultats de recherches effectuées dans les neurosciences, dans les dernières décennies, permettent de mieux saisir les concepts de connaissance, d'utilisation des connaissances et de construction de connaissances et de compétences auxquels nous avons fait allusion dans les sections précédentes. Pour le neuroscientifique Hebb (1980), nos connaissances sont encodées dans des réseaux ou assemblées de neurones:

> les souvenirs ne sont pas représentés par un neurone particulier, mais par des réseaux de neurones – par une assemblée de neurones – dans le cortex cérébral. Beaucoup plus, on croit que ces neurones sont distribués et peuvent participer à plus d'un souvenir (Driscoll, 1994, p. 261; notre traduction; à ce sujet voir aussi Changeux, 1983).

Cette hypothèse de l'encodage des informations dans des réseaux de neurones est d'autant plus intéressante qu'elle est conforme à d'autres résultats de recherche obtenus par les neurobiologistes et les psychologues de la cognition relativement à l'acquisition de connaissances en mémoire à long terme. Parmi les résultats récents obtenus, il faut noter celui de l'incidence de la potentialisation à long terme des réseaux de neurones sur la mémorisation (Ito, 1994; Ledoux, 1994; Rose, 1994) et l'effet de l'attention sur la potentialisation elle-même (Frégnac, 1994). Les recherches dans ce domaine ont en effet démontré que, à la suite de la présentation de stimuli, des impulsions circulent dans un réseau de neurones donné et le polarisent, un peu à la façon dont certains verres fumés s'obscurcissent au passage de la lumière:

> On peut raisonnablement faire l'hypothèse que, lorsque cessent les trains d'impulsion, une trace à long terme persiste (et par là même explique la mémoire à plus long terme) dans la consolidation, la stabilisation des connexions entre les neurones où circulaient les impulsions. En d'autres termes, une organisation structurale des voies nerveuses viendrait perpétuer de façon stable ce réseau où circulaient les impulsions. C'est l'hypothèse dite du frayage (Chapoutier, 1994, p. 57).

De plus, cette polarisation s'accentuerait lorsque le sujet est attentif (Frégnac, 1994). D'où l'importance de maintenir la motivation dans l'apprentissage.

Dans la même veine, les résultats de recherches obtenus par les psychologues de la cognition mettent en évidence un certain nombre de facteurs dont l'incidence est primordiale sur l'apprentissage. Parmi les facteurs mentionnés, il faut noter ceux relatifs au rattachement des nouvelles connaissances à celles que possèdent déjà l'apprenant, à la répétition et à la motivation de celui qui apprend (Marieb et Laurendeau, 1993). Baddeley (1993) résume bien ces facteurs dans son ouvrage sur la mémoire de travail.

> Si vous avez quelque chose à apprendre, vous devez évidemment, avant tout y prêter attention; deuxièmement, une certaine expérience vous sera nécessaire; troisièmement, la matière devra être organisée, et cela inclut la nécessité de relier l'information nouvelle à ce que vous connaissez déjà. Enfin, il faudra qu'une certaine forme de consolidation intervienne [...] (p. 161).

Ces facteurs qui influencent l'apprentissage font partie intégrante des modèles d'apprentissage de psychologues en éducation tels Bruner (1967), Ausubel (1968), Gagné (1985) et Gagné *et al.* (1993). En nous inspirant des événements proposés par Gagné (1985) pour l'acquisition de capacités et d'Anderson (1995), nous avons regroupé ces facteurs sous trois grands processus nécessaires à l'acquisition de con-

naissances et de compétences: le montage, le rodage et la motivation qui doit exister chez l'apprenant pour que de tels processus s'accomplissent (Brien, 1997).

Nous pouvons considérer que, lors du montage, l'apprenant intègre des réseaux de neurones existants en un nouveau réseau dans lequel est encodé l'objet mental visé. Il y a alors identification des composantes de l'objet mental à construire, tentative d'association de ces composantes et mise à l'essai de l'objet mental. Mais le montage d'un nouvel objet mental ne provient, en fait, que d'une esquisse de l'objet mental à construire. Pour être de quelque utilité, cet objet doit être consolidé, et ce sera par des exercices fréquents ou par d'autres méthodes propres à l'activation de l'objet mental, que le concepteur et l'animateur d'activités de formation favoriseront la potentialisation à long terme nécessaire à l'acquisition de la nouvelle connaissance ou de la nouvelle compétence. Dans la plupart des cas, le rodage devra assurer la transférabilité de l'objet mental visé. Par ailleurs, le montage et le rodage de nouveaux objets mentaux nécessitent un effort intellectuel considérable et des mesures visant à soutenir la motivation de l'apprenant devraient être assurées par le système d'apprentissage si l'on veut que son attention soit maintenue tout au long de l'apprentissage.

Interactivité et apprentissage

Le concept d'interactivité

Avant de situer l'importance de l'interactivité pour l'apprentissage, il faut pouvoir répondre aux questions suivantes: «Qu'est-ce que l'interactivité et en quoi se distingue-t-elle de l'interaction? Qu'est-ce qu'une interface?»

L'interaction est un concept qui vient des théories de la communication, ce qui suppose qu'il s'agit d'abord d'échanges d'information. L'interaction peut être décrite en termes de dialogues et d'actions pour deux interlocuteurs ou plus. L'interaction diffère de la réaction puisqu'elle implique une séquence de messages et une bidirectionnalité de ces messages (voir à ce sujet Watzlawick, Beavin et Jackson, 1972) en mode synchrone ou asynchrone. Les interlocuteurs diffèrent selon le contexte de la communication dans lequel se situe l'interaction: personne-personne, personne-animal, personne-machine, personne-machine-personne.

L'interactivité est à la fois le caractère mesurable et le support de cette interaction (dialogue et action) dans un contexte personne-machine. Pour qu'une interaction personne-machine puisse se réaliser, il faut compter sur un traducteur et un espace/temps d'interaction qu'on appelle interface. L'interface vise à

fournir un espace de travail, souvent virtuel, offrant de multiples fonctionnalités pour le dialogue et l'action, dans un format prédéfini de présentation des données et de manipulation des outils et des processus (Trevitt, 1996), pour faciliter et enrichir la motivation, l'action (montage) et l'expérience (rodage) (Carroll, 1992). Les caractéristiques les plus reconnues de l'interface sont la convivialité (aspects cognitif et physique) et la compatibilité (aspect technique).

L'interactivité, puisqu'elle s'inscrit dans une interaction et une interface, hérite des attributs de ces dernières. L'interactivité se concrétise par l'opérationnalisation de mécanismes qui permettront l'interaction dans l'interface. En ce sens, elle suppose des choix et des décisions de la part de l'utilisateur (Hannafin, Hannafin, Hooper, Rieber et Kini, 1996) sur les objets de dialogue et d'action de l'interaction (le quoi) dans l'interface (le comment). Elle doit de plus soutenir quatre autres buts des apprentissages multimédias interactifs (Trevitt,1996), à savoir a) l'engagement de l'apprenant: la capacité à capter et à maintenir l'intérêt de l'apprenant; b) l'accessibilité à l'information: la capacité à fournir un accès simple et rapide à l'information, et le contrôle de l'information; c) la clarification des informations: la capacité de fournir des explications alternatives et des exemples, la rétroaction; et d) la pratique: la capacité à fournir des occasions de pratiquer pour le développement des habiletés.

Le modèle TOTE

Pour saisir l'importance de l'interactivité dans l'apprentissage, nous pouvons nous inspirer du modèle TOTE (Test, Operation, Test, Exit) proposé par Miller, Galanter et Pribam dans les années soixante (voir aussi Piaget, 1964, à ce sujet). Dans leur ouvrage, désormais classique, *Plans and the structure of behavior,* Miller *et al.* expliquent la démarche d'adaptation du comportement de l'individu en la comparant au mécanisme d'un thermostat:

> [...] le comportement commence par un test (T) de l'écart entre le standard introduit (la température demandée au thermostat) et l'état de chose actuel (température de la chambre). Au cas où les deux températures ne sont pas congruentes, le mécanisme se met en marche (opération = O), c'est-à-dire que le sujet entre en action. Dans un test ultérieur (et continu) (T), le sujet (ou le thermostat) compare l'effet de l'opération effectuée, jusqu'à ce que la discrépance entre les deux données – l'instruction ou standard et le constat de la température actuelle – ait disparu (congruence). À ce moment, le processus est terminé, ce que les auteurs indiquent par le terme Exit (E) (Miller, Galanter et Pribam, 1968, *In* Nuttin 1980, p. 204).

Dans le cas qui nous intéresse, la connaissance, l'attitude ou la compétence visée constituent, pour l'apprenant, le but ou le standard à atteindre. Lors d'un

premier test, l'individu juge, en tentant d'accomplir une tâche, par exemple, s'il possède l'objet mental requis. S'il ne dispose pas de cet objet, il travaille au montage et au rodage de celui-ci. Il identifie alors des composantes hypothétiques de l'objet, tente des associations et vérifie la pertinence de ces associations par des mises à l'essai suivies de corrections jusqu'à ce que le travail d'encodage de l'objet mental soit complété.

Pour amener l'apprenant à construire les objets mentaux visés, les environnements d'apprentissage qu'on crée, qu'ils soient ou non assistés de l'ordinateur, doivent inciter l'apprenant à réaliser la démarche suggérée dans le système TOTE. Pour cela, l'environnement doit d'abord permettre à l'apprenant de déterminer si, oui ou non, il possède la connaissance, l'attitude ou la compétence visée. À cette fin, le système d'apprentissage doit fournir un standard ou un but à l'apprenant, d'où la nécessité d'objectifs d'apprentissage formulés d'une manière appropriée. L'environnement d'apprentissage doit aussi aider l'apprenant à identifier les réseaux de neurones dans lesquels sont encodés les objets mentaux qu'il possède déjà et qui peuvent être utilisés pour construire l'objet mental visé. Enfin, l'environnement doit inciter l'apprenant à formuler des hypothèses, c'est-à-dire des associations, et fournir la rétroaction appropriée.

Ici réside la nécessité de l'interactivité dans l'apprentissage. Pour que l'apprenti plombier apprenne à installer une pompe, il faut qu'on lui explique comment faire et qu'on lui donne l'occasion de vérifier si la procédure qu'il développe se rapproche de l'objet mental visé. Pour que l'élève apprenne à résoudre des problèmes d'algèbre ou à rédiger une dissertation, il faut qu'on lui fournisse, d'une façon ou d'une autre, l'information appropriée et qu'on lui donne l'occasion de mettre à l'essai les règles et les stratégies qui conviennent. Dans tous les cas, les essais de l'apprenant devront être suivis de la rétroaction appropriée. Nous avons tenté de synthétiser, dans le diagramme de la figure 2, sous la forme d'une boucle, une séquence d'interaction type que devrait, à notre avis, permettre un système d'apprentissage humain ou ordiné.

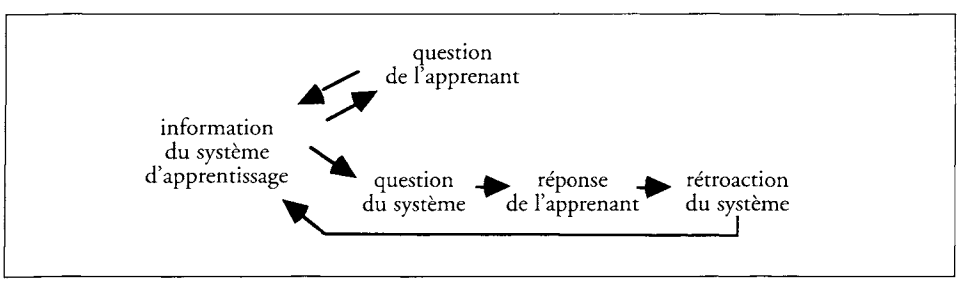

Figure 2 – Séquence d'interaction type

D'abord, le système d'apprentissage doit pouvoir présenter de l'information et répondre aux questions de l'apprenant. C'est ce type d'interactivité qui peut se réaliser lorsque l'apprenant parcourt les autoroutes de l'information. Le système doit aussi pouvoir poser des questions, analyser les réponses de l'apprenant, fournir la rétroaction appropriée, faciliter les interactions entre apprenants et avec les tuteurs ou animateurs en ligne, et assurer les transitions avec des outils ou objets à l'extérieur du système. C'est ce genre d'interactivité que permettent les diverses formes d'enseignements tutoriels, les exercices répétitifs, les jeux éducatifs, les discussions et les simulations. C'est au cours de ces dialogues avec ou au moyen de la machine que l'apprenant construit les objets mentaux visés, et ce, dans la mesure où l'on a eu soin de concevoir des événements d'enseignement qui favorisent le montage, le rodage des objets mentaux et la motivation de l'apprenant. L'interactivité est essentielle pour qu'il y ait apprentissage. De fait, c'est elle qui rend possibles les activités de montage et de rodage dans lesquelles doit s'impliquer l'apprenant et qui, dans bien des cas, assurent sa motivation.

Interactivité, motivation, montage et rodage

Pour faciliter l'engagement de l'apprenant, l'interactivité doit permettre une «personnalisation» du système d'apprentissage (Hannafin *et al.,* 1996). L'interactivité vient ici soutenir la motivation par l'action pour reconnaître les connaissances antérieures de l'apprenant et adapter le système d'apprentissage au modèle mental de l'apprenant; pour renforcer le lien entre le modèle mental de l'apprenant et les connaissances, les attitudes ou les compétences à acquérir; pour réduire les demandes cognitives en vue du traitement de l'information par l'autoréférence et la personnalisation des informations.

L'engagement de l'apprenant est également soutenu par les interactions entre apprenants dans un jeu ou une simulation et par les interactions avec les tuteurs ou animateurs en ligne en téléformation. Le partenariat intellectuel entre apprenants et agents informatiques présente un potentiel qu'il reste à développer (Hietala et Niemirepo, 1997; Salomon, Perkins et Globerson, 1991).

Pour le montage, les aspects les plus importants de l'interactivité sont ceux qui permettent l'accessibilité à l'information et le contrôle de l'information. La navigation joue alors un rôle structurant en soutenant un double encodage cognitif et physique de l'information par une structuration du contenu qui matérialise les liens (Hannafin *et al.,* 1996; Norman, 1992). La qualité et la quantité des efforts cognitifs et physiques et la répartition de ces efforts (allocation référentielle des ressources) influencent la qualité du traitement de l'information et, conséquemment, l'apprentissage. Le contrôle de l'information par l'apprenant (sélec-

tion des informations, rythme de présentation, etc.) permet la construction des connaissances selon un mode additif plutôt que substitutif (Norman, 1992) et contribue ainsi à maintenir le lien associatif entre les connaissances antérieures de l'apprenant et la connaissance, l'attitude ou la compétence à acquérir. Pour le concepteur de systèmes d'apprentissage multimédias interactifs, le défi consiste à structurer le contenu (informations et activités d'apprentissage) et les liens entre les différentes parties du contenu de manière à laisser suffisamment d'autonomie à l'apprenant.

L'interactivité vient aussi soutenir les activités d'apprentissage de rodage par l'intégration des expériences d'apprentissage permettant l'organisation et la restructuration des informations. Ici, les fonctions d'aide (clarification) et de pratique offertes par le système d'apprentissage et le type de dialogue qui s'engage entre l'apprenant et le système d'apprentissage peuvent revêtir presque toutes les caractéristiques de l'interaction personne-personne. La simulation ou la création d'un micromonde intègre l'ensemble des caractéristiques de l'interactivité pour la motivation et le montage. Les environnements d'apprentissage hautement interactifs, tel Scienceware, conçus par l'équipe d'Eliott Soloway au Center for Highly Interactive Computing in Education de l'Université du Michigan[3] offrent à la fois une interactivité riche et variée avec le système, un soutien à l'apprentissage collaboratif et des transitions significatives avec des activités dans le monde physique, par exemple des explorations et des relevés sur le terrain.

Pour qu'un système d'apprentissage multimédia interactif permette la motivation, le montage et le rodage, il doit présenter un haut degré d'interactivité. Plus l'interactivité est grande, plus le système d'apprentissage sera complexe quant à la structuration intrinsèque des contenus d'apprentissage et des contenus connexes (mode d'emploi, aide contextuelle, système expert ou système conseiller) et d'attributs de programmation.

Les fonctionnalités, l'activation, le format et le déclenchement des messages, la navigation, les types et l'envergure des messages, la fréquence, la durée et le débit des messages, l'accessibilité et le contrôle de l'information et l'engagement suscité ne sont que quelques-unes des caractéristiques de l'interactivité des systèmes d'apprentissage multimédias interactifs. Cette complexité est aussi doublée par les instruments de communication utilisés: clavier, souris, écran tactile, manette de jeu, manche à balai, mécanisme de reconnaissance de la voix, numérisation visuelle, gants et combinaisons de données (en réalité virtuelle).

Il ne fait pas de doute que divers environnements pédagogiques, non assistés de l'ordinateur, peuvent promouvoir cette interactivité. De tout temps, les êtres humains ont acquis des connaissances, des attitudes et des compétences sans l'aide

de la machine. Mais l'ordinateur peut assumer certaines fonctions très efficacement. Nous avons résumé, ci-dessous, plusieurs avantages des systèmes d'apprentissage multimédias éducatifs.

Avantages des systèmes d'apprentissage multimédias éducatifs

Les systèmes d'apprentissage multimédias interactifs conçus adéquatement ont rempli certaines de leurs promesses:

- ils accélèrent le processus d'acquisition des apprentissages, en améliorent la qualité et l'intégration (Jonassen, 1988; Roblyer, 1988);
- ils permettent la stimulation, l'élaboration, l'élicitation des réponses et la rétroaction immédiate (Wager, In Roblyer,1988);
- ils rendent les activités plus intéressantes, motivantes et efficaces (Salisbury, 1988);
- ils améliorent l'apprentissage dans la mesure où des précautions sont prises pour assurer que les activités présentées rencontrent le niveau de connaissance des apprenants (Schletcher, 1991; Montague, 1988).

Parmi les facteurs les plus appréciés par les apprenants, Giardina (1992) cite le fait de pouvoir progresser à son propre rythme, l'impression d'être évalué d'une façon plus objective, la présence d'une réaction constante et significative de la part de l'ordinateur, la possibilité de commettre plusieurs erreurs sans se sentir coupable.

Selon Picard et Braun (1987), les systèmes d'apprentissage composés de logiciels éducatifs présentent plusieurs avantages. Pour les enseignants, ils offrent la possibilité de se décharger des côtés répétitifs de l'enseignement, de répondre aux besoins individuels par des cheminements individualisés et de détecter les faiblesses de l'élève par l'enregistrement des réponses. Pour les administrateurs scolaires, la formation de masse, le rapport qualité/prix, la stabilité de la matière à enseigner, l'entretien permanent des connaissances et l'accessibilité en tout temps sont des atouts certains.

Pour Greenfield (1987), les systèmes d'apprentissage, en utilisant des techniques de présentation de l'information issues de plusieurs médias, offrent une chance égale à tous les apprenants d'apprendre à travers de multiples modalités.

Les systèmes multimédias interactifs peuvent donc jouer un rôle important lors de l'acquisition de connaissances déclaratives, grâce aux possibilités de présentation multisensorielles qu'ils offrent. En ce qui concerne l'acquisition de connaissances procédurales, les habiletés de la plupart des disciplines demandent un haut niveau de pratique que l'enseignant n'a pas toujours le temps d'assurer. C'est le cas pour l'apprentissage des règles de grammaire et des nombreux algorithmes qu'on retrouve en mathématiques. Cette pratique extensive ne peut, en général, être assurée par l'enseignant à l'intérieur d'un horaire scolaire. En ce qui concerne l'acquisition de compétences, plusieurs des tâches qu'un humain doit accomplir consistent en la résolution de problèmes dans des domaines particuliers. L'ingénieur doit concevoir un pont en tenant compte du climat et des caractéristiques du terrain où le pont devra être construit; l'avocat doit défendre son client en considérant la gravité de la faute commise, la personnalité du juge, celle des jurés et son domaine d'expertise propre. Comme nous l'avons mentionné au début de cet article, les compétences que requiert l'accomplissement de telles tâches nécessitent l'acquisition d'une base de connaissances appropriée et la pratique de la résolution de problèmes. Un système interactif multimédia peut jouer un rôle important dans l'acquisition de ces connaissances et de ces compétences. Des cas gradués peuvent être soumis à l'apprenant qui lui permettent de peaufiner les connaissances et les attitudes qu'il possède, puis d'acquérir, ultimement, les compétences d'un domaine donné.

Conclusion

Nous avons tenté de montrer que c'est l'interactivité qui rend possible et qui assure, jusqu'à un certain point, l'efficacité d'un environnement pédagogique. D'autres facteurs importants doivent toutefois être pris en compte lorsqu'on traite de systèmes d'apprentissage multimédias interactifs. À ce titre, nous voudrions soumettre au lecteur deux préoccupations qui nous semblent devoir accompagner le concepteur et le gestionnaire dans leur démarche d'implantation de tels systèmes d'apprentissage. La première concerne la démarche de conception à adopter; la deuxième, plus générale, se rapporte à la place qu'on désire voir occuper par de tels systèmes dans l'enseignement.

Écrire, comme nous l'avons fait dans l'introduction, que le but d'un système d'apprentissage est d'aider l'apprenant à acquérir des connaissances, des attitudes et des compétences peut paraître banal dans un article portant sur l'apprentissage. L'analyse de certains systèmes multimédias et l'emploi de certaines technologies à des fins pédagogiques nous laissent toutefois perplexes. À ce titre, nous partageons la position de Davies, citée dans l'introduction de cet article, et de Paquette (*In* Meunier, 1997). Dans certains cas, on peut se demander s'il n'y a pas confusion

entre apprentissage et divertissement. Pour pallier de telles lacunes, une démarche de conception systématique d'enseignement à laquelle sont intégrés des principes fondés de sciences cognitives doit être adoptée (Merrill, 1996, 1997). La conception de systèmes multimédias interactifs de formation doit reposer sur la formulation de buts ou d'objectifs à atteindre (Schank, 1994), sur la structuration du contenu à présenter (Depover, *In* Meunier, 1997), sur le choix de scénarios d'enseignement appropriés (Lescop, 1997; Schank, 1994) et sur la mise à l'essai et la correction du multimédia interactif (Marton, 1994). Faire fi d'une telle démarche dans la conception de systèmes multimédias risque d'entraîner un désenchantement similaire à celui qui a suivi les premières tentatives d'implantation de l'audiovisuel dans les écoles du Québec, dans les années soixante.

Une autre préoccupation, non moins importante, a trait à la place que devraient occuper les systèmes multimédias interactifs dans l'enseignement. À ce sujet, deux tendances se dessinent actuellement: celles des inconditionnels qui voient l'ordinateur partout et qui, trop souvent, lui attribuent des vertus qu'il n'a pas vraiment, du moins en 1999. Nous nous rattachons à une deuxième tendance qui considère les systèmes multimédias interactifs comme des outils ou des supports nécessaires à un enseignement de qualité où la présence de l'être humain est indispensable.

En effet, force nous est d'admettre que le rôle que peut jouer l'ordinateur dans l'enseignement est considérable, mais qu'il ne s'agit pas d'une panacée. Parmi les objets mentaux que l'apprenant doit acquérir pour accomplir les tâches d'un domaine donné, il ne fait pas de doute que certains peuvent être acquis partiellement ou totalement par interaction avec un ordinateur. Cependant, les matières scolaires foisonnent de concepts, d'attitudes et de stratégies cognitives et métacognitives dont la totalité de l'apprentissage nous apparaît difficile à réaliser uniquement par interaction avec une machine. L'ordinateur a toutefois, il nous semble, un rôle clé à jouer dans l'acquisition des concepts et des stratégies de base de disciplines dont le contenu est bien défini. Nous croyons qu'actuellement, beaucoup trop de temps de l'enseignant est alloué, dans les écoles et les universités, à la présentation de concepts qui pourraient être acquis au moyen d'un matériel didactique de qualité. La majeure partie du temps de l'enseignant devrait être consacrée, croyons-nous, à la résolution de problèmes mal définis, à l'organisation du travail d'équipe et à l'animation de discussions de groupe visant à parfaire ou à préciser des connaissances déclaratives, des connaissances procédurales, des attitudes et des compétences apprises par interaction avec d'autres moyens didactiques.

Enfin, on constate un intérêt croissant pour ce qu'on pourrait appeler des SAMIR, pour Systèmes d'Apprentissage Multimédia Interactif Réparti. Cette tendance à concevoir des environnements et des scénarios d'apprentissage collaboratif

est née de la convergence du paradigme de cognition répartie (Salomon, 1993) et des technologies de travail collaboratif, soit des processus et des outils de travail collaboratif permettant de travailler ensemble par le biais d'un réseau, dans un environnement partagé. Les interactions sont celles, prévues ou non, entre les apprenants entre eux, avec des enseignants, des experts, des ressources informationnelles ou éducationnelles, ou encore avec des agents, c'est-à-dire des entités logicielles intelligentes et autonomes qui peuvent intervenir de leur propre chef à l'intérieur de l'environnement d'apprentissage pour jouer des rôles variés tels que le compagnon d'apprentissage, le planificateur de curriculum, le détecteur d'erreurs, etc.

Diverses questions se posent. Par exemple, qu'est-ce que le caractère réparti dans un SAMIR change aux définitions d'interaction, d'interactivité et d'interface? Si l'interactivité est un caractère mesurable, quelles mesures s'appliquent alors? Qu'advient-il du contrôle dans un environnement réparti? Comment concevoir des agents pédagogiques qui vont soutenir ou enrichir l'interactivité dans un environnement d'apprentissage réparti? Comment étudier l'interactivité dans un espace d'apprentissage partagé de réalité virtuelle (Kato, Kakuta, Kawonabe, Hosoya et Fukuhara, 1997)?

Ces questions et bien d'autres constituent des défis pour les chercheurs en sciences de la cognition et de l'éducation; elles requièrent d'autres réponses à donner aux responsables du monde de l'éducation pour l'adoption de technologies dans l'enseignement.

Notes

1. Un système d'apprentissage multimédia interactif combine, dans le but d'optimiser l'apprentissage, plusieurs messages (voix/audio, texte/données, images/graphiques, animation/images vidéo) qui peuvent se prolonger dans une dimension multisensorielle (le goût, l'odorat, l'ouïe, la vue et le toucher). On considère aujourd'hui qu'au moins trois messages doivent pouvoir être combinés et présentés simultanément pour qualifier un système de multimédia. Outre la combinaison de plusieurs messages, l'interactivité est une caractéristique essentielle du système d'apprentissage multimédia interactif qui [...] intègre une dimension physique et cognitive issue des différents contacts possibles entre l'apprenant et le système pour cheminer dans un réseau d'information à sa disposition mais, aussi et surtout, elle témoigne des choix cognitifs de l'individu en fonction des manipulations des informations disponibles (Gardina, 1992).
2. L'expression «objet mental» est de Changeux (1983). Elle est utilisée pour désigner autant les connaissances, les attitudes que les compétences.
3. http://kermit.eecs.umich.edu/website

Abstract – This article examines the importance of interactive approaches in learning from a cognitive science perspective. The authors describe various types of knowledge as objectives within a learning system and define the concept of competence. Using a neu-

roscience and cognitive psychology frame of reference, they explain the process of acquisition of new knowledge and competencies. Learning is defined in terms of constructing new neural networks from those the learner already possesses. The article underscores the importance of interactive processes during the acquisition of new knowledge and competencies and especially the use of multimedia interactive systems to support learning.

Resumen – El artículo subraya la importancia de la interactividad en el aprendizaje adptando el punto de vista de las ciencias cognitivas. El texto aborda los diversos tipos de conocimientos al que apunta un sistema de aprendizaje y define el concepto de competencia. Explica el proceso de adquisición de nuevos conocimientos y de nuevas competencias desde la perpectiva de las neurociencias y de la psicología cognitiva. El aprendizaje es concebido como la construcción de nuevas redes de neuronas, realizadas a partir de aquellas que ya posee el alumno. El artíclo insiste finalmente sobre la importancia de la interactividad en la adquisición de nuevos conocimientos y de nuevas competencias, y remarca la pertinencia de la utilización de sistemas multimedia interactivos como soporte al aprendizaje.

Zusammenfassung – In diesem Artikel wird aus der Perpektive der Kognitionswissenschaften die Bedeutung der Interaktivität für das Lernen hervorgehoben. Er behandelt die verschiedenen innerhalb eines Lernsystems angestrebten Kenntnisse und definiert den Begriff der Kompetenz. Mit Hilfe der neurologischen Wissenschaften und der kognitiven Psychologie wird der Vorgang des Erwerbs neuer Kenntnisse und neuer Kompetenzen erklärt. Das Lernen wird aufgefasst als Konstruktion neuer Neuronennetze im Anschluss an die, die der Lernende bereits besitzt. Der Artikel hebt schließlich ganz besonders die Bedeutung der Interaktivität beim Erwerb neuer Kenntnisse und neuer Kompetenzen hervor und unterstreicht die Relevanz des Einsatzes von interaktiven Multimediasytemen als Lernhilfe.

Références

Anderson, J. R. (1995). *Cognitive psychology and its implications* (4e éd.). San Francisco, CA: W. H. Freeman.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view.* New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Baddeley, A. (1993). *La mémoire humaine: théorie et pratique.* Grenoble: Presses de l'Université de Grenoble.

Benton, S. L. et Kiewra, K. A. (1987). The assessment of cognitive factors in academic abilities. *In* R. R. Ronning, J. A. Glover, J. C. Conoley et J. C. Witt (dir.), *The influence of cognitive psychology on testing* (p. 145-189). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Berger, D., Pezdez, E. et Banks, W. P. (1987). *Applications of cognitive psychology: Problems solving, education and computing* (p. 17-31). Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum.

Brien, R. (1997). *Science cognitive et formation* (3e éd.). Sillery: Presses de l'Université du Québec.

Bruner, J. S. (1967). *Toward a theory of instruction.* Cambridge, MA: The Belknap Press of the Harvard University Press.

Carroll, J. M. (éd.) (1992). *Designing interaction: Psychology at the human computer interface.* Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Changeux, J. P. (1983). *L'homme neuronal.* Paris: Fayard.

Chapoutier, G. (1994). *La biologie de la mémoire.* Paris: Presses universitaires de France.

Chi, M. T. H. (1987). Representing knowledge and metaknowledge: Implications for interpreting metamemory research. *In* F. E. Weinert et R. Kluwe (dir.), *Metacognition, motivation, and understanding* (p. 63-77). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Damasio, A. R. (1995). *L'erreur de Descartes: la raison des émotions.* Paris: Éditions Odile Jacob.

Driscoll, M. P. (1994). *Psychology of learning for instruction.* Toronto: Allyn and Bacon.

Frégnac, Y. (1994). Les mille et une vies de la synapse de Hebb. *La Recherche, 267,* 788-790.

Gagné, R. M. (1985). *The conditions of learning* (4e éd.). New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Gagné, E. D., Yekovich, C. W. et Yekovich, F. R. (1993). *The cognitive psychology of school learning* (2e éd.). New York, NY: Harper Collins College Publishers.

Giardina, M. (1992). L'interactivité dans un environnement multimédia. *Revue des sciences de l'éducation, XVIII*(1), (43-66).

Greenfield, P. M. (1987). Electronic technology, education and cognitive development. *In* D. Berger, E. Pezdek et W. P. Banks (dir.), *Applications of cognitive psychology: Problems solving, education and computing* (p. 17-31). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Hannafin, M. J., Hannafin, K. M., Hooper, S. R., Rieber, L.P. et Kini, A. S. (1996). Research on and research with emerging technologies. *In* D. Jonassen (éd.), *Handbook of research for educational communications and technology* (p. 378-402). New York, NY: Simon et Schuster Macmillan.

Hebb, D. (1980). *Essay on mind.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Hietala, P. et Niemirepo, T. (1997). Collaboration with software agents. In B. du Boulay, et R. Mizoguchi (dir.), *Artificial intelligence and education: Knowledge and media in learning systems* (p. 159-166). Amsterdam: IOS Press.

Ito, M. (1994). La plasticité des synapses. *La Recherche, 267,* 778-785.

Jonassen, D. H. (1988). Introduction. *In* D. H. Jonassen (dir.), *Instructional designs for microcomputer courseware* (p. 1-6). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Kato, Y., Kakuta, S., Kawonabe, A., Hosoya, K. et Fukuhara, Y. (1997). Advanced collaborative educational environment using virtual shared space. *In* Actes du colloque *EDMEDIA'96* (p. 348-353). Charlotteville, VA: Association for Advancement of Computing in Education.

Ledoux, J. (1994). Émotions, mémoire et cerveau. *La Recherche, 202,* 788-790.

Lescop, J. Y. (1997). *Vers le campus virtuel.* Montréal: ACFAS.

Marieb, E. N. et Laurendeau, G. (1993). *Anatomie et physiologie humaines.* Saint-Laurent: Éditions du renouveau pédagogique.

Marton, P. (1994). La conception pédagogique de systèmes multimédias interactifs (SAMI): fondements, méthodologie et problématique. *Éducatechnologiques, 1*(3), 91-112.

Meunier, C. (1997). *Points de vue sur le multimédia interactif en éducation; entretiens avec treize spécialistes européens et nord-américains.* Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.

Merrill, D. (1996). Reclaiming instructional design. *Educational Technology,* septembre-octobre, 5-7.

Merrill, D. (1997). Commentary on instructional design: On instructional strategies. *In MDM on ID, 1*(2), [On line] http://www.ed.usu.edu/coe/id2/DDC197.htm.

Miller, G. A., Galanter, E. et Pribam, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior.* New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Minsky, M. (1981). K-lines: A theory of memory. *In* D. A. Norman (dir.), *Perspectives on cognitive science* (p. 87-103). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Montague, W. E. (1988). Promoting cognitive processing and learning by designing the learning environment. *In* D. H. Jonassen (dir.), *Instructional designs for microcomputer courseware* (p. 55-69). Londres: Lawrence Erlbaum.

Newell, A. et Simon, H. A. (1972). *Human problem solving.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Norman, D. (1992) Cognitive artifacts. *In* J. M. Caroll (dir.), *Designing interaction: Psychology at the human computer interface* (25-34). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Nuttin, J. (1980). *Théorie de la motivation humaine.* Paris: Presses universitaires de France.

Oyston, R. D. (1997). The world wide web: A technology to enhance teaching and learning? *Educational Researcher, 26*(2), 27-33.

Piaget, J. (1964). *Six études de psychologie.* Genève: Éditions Gonthier.

Picard, M. et Braun, G. (1987). *Les logiciels éducatifs.* Paris: Presses universitaires de France.

Richard, J. F. (1990). *Les activités mentales.* Paris: Armand Colin.

Roblyer, M. D. (1988). Fundamental problems and principles of designing effective courseware. *In* D. H. Jonassen (dir.), *Instructional designs for microcomputer courseware* (p. 7-33). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Rose, S. (1994). *La mémoire: des molécules à l'esprit.* Paris: Éditions du Seuil.

Salomon, G. (1979). *Interaction of media, cognition and learning.* San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Salomon, G. (1993). *Distributed cognition.* New York, NY: Cambridge University Press.

Salomon, G., Perkins, D. N. et Globerson, T. (1991). Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational Researcher, 20,* 10-16.

Salisbury, D. F. (1988). Effective drill and practive strategies. *In* D. H. Jonassen (dir.), *Instructional designs for microcomputer courseware* (p. 33-56). Londres: Lawrence Erlbaum.

Schank, R. C. (1994). *Engines for education. Evanston,* IL: The Institute for the Learning Sciences, Northwestern University.

Schletcher, T. (1991). Promises, promises: History and foundations of computer-based training. *In* T. Schletcher (dir.), *Computer-based training* (p. 13-23). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.

Trevitt, C. (1996). *Interactive multimedia in university teaching and learning: Some pointers to help promote discussion of design criteria.*
[On line] http: //online.anu.edu.au/Forestry/fire/ACFT/mm-cube95.html

Watzlawick, P., Beavin, J. H. Jackson, D. D. (1972). *Une logique de la communication.* Paris: Éditions du Seuil.